

Chapitre 1

Cerner l'éco-innovation : concept et évolution de la production durable

Ce chapitre présente les notions de production durable et d'éco-innovation. Il étudie leur relation afin de faciliter l'analyse des initiatives manufacturières intéressant le développement durable. Chaque évolution de ces initiatives – de la lutte classique contre la pollution et d'une production moins polluante à l'élaboration de nouveaux modèles économiques et d'écoparcs industriels – peut être comprise comme un progrès imputable à l'éco-innovation. La mise en application du concept d'éco-innovation permet d'espérer l'avènement d'une production industrielle plus durable et la prise en charge de défis mondiaux pressants tels que le changement climatique.

Introduction

Les objectifs premiers d'une société durable sont de créer des richesses matérielles et d'engendrer la prospérité, de préserver la nature et d'instaurer des conditions sociales bénéfiques pour tous les êtres humains. Responsables politiques, chefs d'entreprises et grand public manifestent un intérêt croissant pour l'avènement d'une société durable, ainsi que le montrent en particulier le débat actuel sur le changement climatique et le niveau de priorité atteint par cette question sur la scène politique mondiale, en particulier depuis la crise économique qui s'est déclarée en 2008.

Les industries manufacturières représentent une part non négligeable de la consommation mondiale de ressources et de la production de déchets. À l'échelle planétaire, leur consommation énergétique a crû de 61 % entre 1971 et 2004, et constitue près du tiers de la consommation mondiale. Ces industries sont responsables de 36 % des émissions mondiales de dioxyde de carbone (CO₂) (AIE, 2007). Ces chiffres n'englobent toutefois pas l'extraction de matières premières et l'emploi de produits manufacturés qui, si on les prenait en compte, signeraient un impact bien plus fort. À ce jour, les industries manufacturières ont certes pris différentes mesures pour diminuer leur impact environnemental et social, mais en grande partie sous l'effet de pressions croissantes visant à les responsabiliser davantage. La propension des entreprises à améliorer spontanément leurs performances sociales et environnementales – sur fond de motivations liées à une rentabilité accrue, à une plus grande efficacité et à une plus forte compétitivité – va croissant. Ainsi, le monde industriel passe progressivement de mesures de lutte antipollution et de traitement des pollutions à des solutions plus intégrées et efficaces.

Il n'en reste pas moins que l'urgence d'actions nouvelles de lutte contre la poursuite de la dégradation de l'environnement est largement reconnue. Les améliorations observées au niveau de l'efficacité de l'emploi des ressources et des énergies dans certaines régions ont souvent été neutralisées par la hausse de la consommation ailleurs, et les gains d'efficacité observés ici ou là sont distancés par les effets d'échelle. L'Agence internationale de l'énergie (AIE) prédit que les émissions mondiales de CO₂ d'origine énergétique croîtront de 25 % d'ici 2030 même si les pouvoirs publics appliquent le meilleur scénario envisagé aujourd'hui (AIE, 2007). On entrevoit encore mieux, dès lors, la nécessité de modifier les schémas de production et de consommation pour ne pas ponctionner davantage la planète.

De ce fait, les pressions que subissent les industries manufacturières en faveur d'une réduction de leur impact environnemental et social ne peuvent que s'accroître. Elles peuvent également devenir motrices dans l'avènement d'une société durable, en inventant et en mettant en œuvre des pratiques durables intégrées qui permettront aux entreprises d'éliminer ou de réduire de façon considérable leur propre impact environnemental et social. Les industriels peuvent aussi mettre au point des produits susceptibles de contribuer à l'amélioration de la performance environnementale d'autres secteurs. Il leur faut pour cela considérer la production industrielle comme un processus non plus indépendant, mais intégré dans un mécanisme plus large (Maxwell *et al.*, 2006), et donc adopter une démarche plus globale plaçant les aspects environnementaux et sociaux au même niveau que les préoccupations économiques.

Ce chapitre introduit les concepts de production durable et d'éco-innovation et étudie la possibilité d'envisager ces deux concepts dans un cadre analytique commun. L'OCDE espère que cet exercice facilitera et approfondira la compréhension des initiatives de l'industrie déjà à l'œuvre en faveur de la durabilité, et instruira sur la manière d'encourager les industriels à poursuivre leurs activités dans cette voie.

Nous commencerons dans les pages qui suivent par classer les différentes notions de production durable promues et appliquées ces dernières décennies dans les industries manufacturières. Nous fournirons ensuite un survol conceptuel de l'éco-innovation et indiquerons en quoi ce concept pourrait aider ces dernières à améliorer leurs initiatives de production durable. Enfin, nous étudierons les relations conceptuelles qui existent entre la production durable et l'éco-innovation afin d'analyser les initiatives en cours dans une perspective plus large, et de diffuser de bonnes pratiques dans l'industrie, en particulier dans les entreprises de la chaîne d'approvisionnement et les PME. Le chapitre est axé sur les aspects environnementaux du développement durable.

La progression du concept de production durable

L'idée même de production durable a vu le jour au début des années 80 dans la foulée des inquiétudes croissantes concernant les dommages environnementaux liés à la croissance économique (UICN, 1980). Elle se trouve aujourd'hui le plus souvent associée à la notion de développement, qui assure la protection de l'environnement, la richesse économique et l'équité sociale – connues comme les trois piliers du développement durable – avec l'idée en toile de fond de remplir les besoins des générations actuelles sans mettre en péril la capacité des générations futures à satisfaire les leurs (CMED, 1987). L'emploi de l'idée de « durabilité » dans des domaines précis tels que

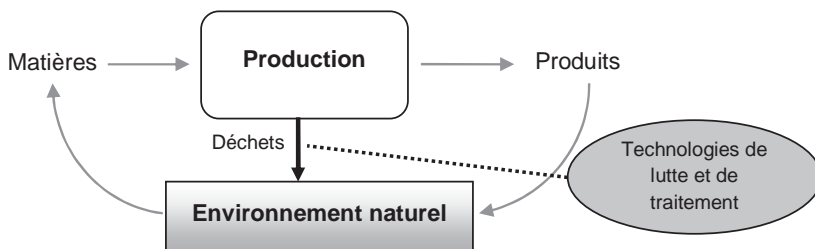
la production, la fabrication ou l'innovation répond en général à la définition susmentionnée, quoique dans un contexte plus circonscrit.

En l'absence de définition générale, la fabrication durable s'intègre bien à l'idée plus générale de production durable. Le concept de production durable est né de la conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement (CNUED) qui s'est tenue en 1992 à Rio de Janeiro, s'imposant comme un pan essentiel de l'avènement du développement durable (Veleva et Ellenbecker, 2001). Le *Lowell Center for Sustainable Production* de l'Université du Massachusetts (Lowell) définit la production durable comme « la création de biens et services à l'aide de processus et de systèmes qui sont non polluants, respectueux des ressources énergétiques et naturelles, économiquement viables, respectueux de la sûreté et de la santé des travailleurs, des groupes sociaux et des consommateurs, et gratifiants sur le plan social et créatif pour tous les travailleurs » (Nasr et Thurston, 2006). Faisant explicitement référence à la « production dans les secteurs manufacturiers », cet énoncé constitue un point de départ satisfaisant pour définir la fabrication durable ; il nous servira ici de prémices, bien que, comme nous l'avons indiqué, ce chapitre s'intéresse essentiellement aux aspects environnementaux¹. La présente section décrit les initiatives prises en matière de fabrication durable, ainsi que leur évolution au fil du temps.

Première étape : la lutte antipollution et le traitement des pollutions

Autrefois, le plus souvent, on gérait les dommages environnementaux imputables à la production industrielle en s'inspirant de la doctrine « la dilution est la solution à la pollution », c'est-à-dire en dispersant les pollutions de manière moins nocive ou moins visible (PNUE et ONUDI, 2004). Ces derniers temps, les industriels, sous l'effet de réglementations environnementales plus strictes, ont pour l'essentiel géré ces dommages en s'efforçant de maîtriser et de réduire le montant des émissions et des effluents déversés dans l'environnement grâce à différentes mesures de traitement.

La lutte contre la pollution se caractérise par la mise en œuvre de mesures techniques accessoires lors des étapes finales de processus de fabrication existants. On les qualifie souvent de technologies ou de solutions de « bout de cycle » (figure 1.1). En général, ce mode d'allègement des dommages environnementaux consiste à diminuer ou supprimer les polluants de l'air, des sols et de l'eau que le processus productif a déjà émis.

Figure 1.1. Lutte contre la pollution et traitement des pollutions

La lutte antipollution ne restructurant pas de manière essentielle les systèmes de production déjà en place, son seul avantage est une meilleure performance environnementale. Jusqu'ici, les entreprises manufacturières ont perçu les investissements consentis dans de telles mesures comme un fardeau financier ; pour elles, la compétitivité industrielle pâtit des coûts liés à la protection et au nettoyage de l'environnement, et la performance environnementale pèse sur la rentabilité et la croissance économique (Porter et van de Linde, 1995).

Lorsqu'il s'agit de gérer les dommages environnementaux, les solutions curatives demeurent essentielles pour la plupart des industries manufacturières, et leur impact potentiel est loin d'être négligeable. Parmi les exemples de solutions de ce type, on peut citer les composants biologiques et chimiques permettant de traiter les eaux usées, les systèmes de filtrage de l'air et les enceintes acoustiques réductrices de bruit. Dans le contexte du changement climatique, les toutes dernières technologies ayant pour objectif de capturer les émissions de CO₂ sont également très pertinentes.

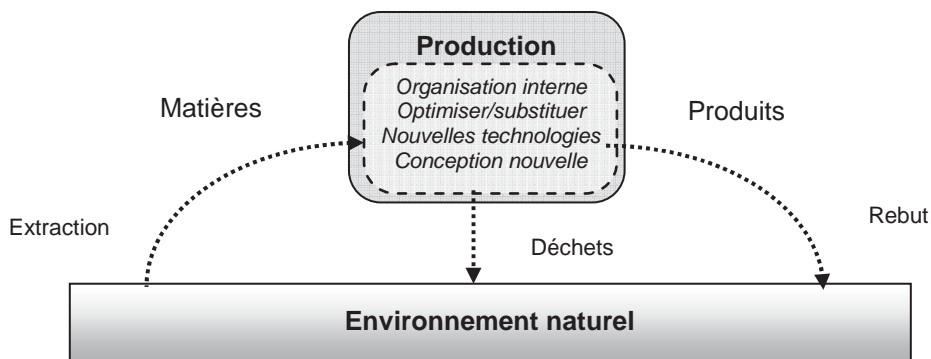
Œuvrer en faveur de solutions préventives et d'une production moins polluante

Soucieux de faire passer la gestion environnementale de la lutte antipollution classique à une démarche plus préventive, le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) a instauré en 1989 le Programme pour une production moins polluante. Le concept de production moins polluante repose sur le principe de précaution, consistant à anticiper et prévenir grâce à une stratégie environnementale intégrée. Depuis 1994, le PNUE a collaboré avec l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONUDI) afin de créer dans le monde entier des Centres nationaux de production non polluante (NCPC) chargés d'assurer la propagation de cette philosophie dans l'industrie. On dénombrait ainsi 37 NCPC en 2007.

Pour l'essentiel, la production moins polluante se distingue de la lutte antipollution et du traitement des pollutions par le fait que la préoccupation environnementale vise le stade le plus précoce possible du processus industriel, c'est-à-dire la source même de la pollution. Une évolution de la lutte antipollution vers la production moins polluante suppose d'étudier tous les aspects du processus de production, ainsi que ses modes d'organisation, afin de détecter les domaines dans lesquels on peut chercher à réduire ou éliminer les dommages environnementaux. On recense souvent les domaines d'action suivants (Ashford, 1994) :

- Organisation interne, qui fait référence aux améliorations des pratiques professionnelles et de la maintenance.
- Optimisation des processus, qui entraîne une utilisation rationnelle des matières premières et de l'énergie.
- Substitution des matières premières, qui remplacent les matières toxiques par des ressources plus saines pour l'environnement.
- Nouvelles technologies, qui permettent de réduire la consommation de ressources, la production de déchets et l'émission de polluants.
- Conception de nouveaux produits, qui vise à traiter et réduire le plus possible l'impact environnemental tout au long du cycle de vie des produits.

Le concept de production moins polluante embrasse la notion de consommation efficiente des ressources tout en évitant la production inutile de déchets (voir figure 1.2). Les améliorations des performances environnementales reposant sur une pollution moindre à la source imposent des modifications des processus de fabrication existants, des produits et services, ou encore des structures et procédures organisationnelles. Même si la mise en œuvre d'une production moins polluante reste limitée à l'entreprise manufacturière, comme c'est le cas de la lutte antipollution, on aboutit à une démarche environnementale plus intégrée qui apparaît essentielle pour progresser en direction d'une production éco-efficiente (voir la partie suivante). Les avantages économiques et environnementaux potentiels de la production moins polluante sont donc souvent supérieurs à ceux des solutions de bout de cycle.

Figure 1.2. Production moins polluante

Note : par rapport à la lutte antipollution et au traitement des pollutions de la figure 1.1, le regard porté ici sur l'environnement naturel est plus large car le concept de production moins polluante prend en compte la totalité du processus de production.

La mise en œuvre d'initiatives pour une production moins polluante n'en constitue pas moins une tâche plus vaste et plus ardue. Elle peut être entravée notamment par les obstacles qui, au sein des entreprises, découlent des problèmes de coordination organisationnelle, mais aussi d'un appui managérial insuffisant. D'autres obstacles peuvent surgir de la réglementation, au sein de laquelle des normes technologiques particulières imposées par les règlements favorisent les mesures de réduction de la pollution en bout de cycle au détriment des possibilités de production moins polluante (Frondel *et al.*, 2007).

Toutefois, une enquête récente concernant plus de 4 000 sites de production situés en Allemagne, au Canada, aux États-Unis, en France, en Hongrie, au Japon et en Norvège (Frondel *et al.*, 2007) montre que plus de 75 % des structures interrogées ont déclaré privilégier les investissements dans des technologies visant une production moins polluante. Les données recueillies viennent également à l'appui de l'argument selon lequel les technologies de bout de cycle voient le jour pour l'essentiel par souci de conformité avec la réglementation, tandis que la mise en place de technologies propices à une production moins polluante répond à un espoir d'accroissement de l'efficacité manufacturière et de réduction des coûts d'exploitation. C'est ce qu'indique la corrélation positive entre d'une part les investissements des entreprises dans les technologies de bout de cycle et d'autre part l'évaluation et la perception par les entreprises interrogées de la sévérité des mesures réglementaires et des politiques environnementales, tandis que la recherche d'économies et l'emploi par ces entreprises d'outils spécifiques de gestion de l'environnement (qu'il s'agisse de politiques, de

comptabilité environnementale ou d'audits environnementaux) sont corrélés avec les investissements consacrés à une production moins polluante.

Gérer le passage à l'éco-efficience

Compte tenu de cette évolution de la lutte antipollution vers la prévention des pollutions, les considérations environnementales et l'amélioration des performances environnementales dans les industries manufacturières s'envisagent par ailleurs de plus en plus du point de vue de l'intérêt des entreprises plutôt que sous l'angle du respect de la réglementation. Dans de nombreux cas, les entreprises en sont venues à considérer que leurs actions en faveur de l'environnement n'avaient pas nécessairement des répercussions négatives sur leurs résultats. Ces actions peuvent même, en fait, améliorer la position concurrentielle grâce à une meilleure gestion générale, à une optimisation des processus de production, à une diminution de la consommation de ressources, etc. (voir encadré 1.1). Se préoccuper d'écologie en vient à être considéré comme une activité potentiellement rentable, et les initiatives tant spontanées qu'encadrées en faveur de la durabilité se sont multipliées ces dernières années.

Encadré 1.1. Les économies résultant de meilleures performances environnementales

Le *Green Suppliers Network* coordonné par l'EPA (*Environmental Protection Agency*) des États-Unis s'efforce d'aider les PME des secteurs manufacturiers grâce à des programmes de détection de stratégies permettant de mettre en œuvre des techniques de production moins polluantes. Une étude portant sur les résultats de 60 programmes conclut à une amélioration des performances environnementales, ainsi qu'à la réalisation d'économies importantes par les entreprises. Des expériences imputables à des initiatives européennes montrent également que les PME s'intéressent de plus en plus à la mise en œuvre d'une production moins polluante afin d'améliorer leurs performances économiques et environnementales.

Source : Green Suppliers Network, www.greensuppliers.gov ; Kurzinger (2004), « Capacity building for profitable environmental management », *Journal of Cleaner Production*, vol. 12, n° 3.

Différentes évolutions de l'économie mondiale renforcent l'exigence d'une efficacité accrue. L'internationalisation de la production manufacturière et de sa chaîne de valeur, par exemple, alourdit les pressions concurrentielles, et les entreprises manufacturières sont de plus en plus tenues d'améliorer leur rapport coût-efficacité. Les incitations à assurer l'efficacité des ressources, conjuguées à des contraintes plus fortes sur ces dernières, qui ont renchéri le

coût des activités manufacturières centrales, se font elles aussi de plus en plus pressantes.

Afin d'aider les entreprises à accroître leur contribution à l'avènement d'une société durable tout en restant concurrentielles sur le marché mondial, le Conseil mondial des entreprises pour le développement durable (WBCSD) a proposé le concept d'éco-efficience, mis en avant comme l'un des principaux apports de l'industrie au développement durable lors de la CNUED de 1992 (Schmidheiny, 1992)².

Le WBCSD définit l'éco-efficience comme un état que l'on peut atteindre grâce à « la fourniture à des prix concurrentiels de biens et de services qui satisfont les besoins humains et apportent une qualité certaine de vie tout en abaissant progressivement les impacts environnementaux des biens et l'intensité de l'utilisation des ressources tout au long du cycle de vie, à un niveau qui se trouve à tout le moins en phase avec la capacité de charge estimée de la planète » (WBCSD, 1996). L'éco-efficience a pour objectif l'adoption de méthodes de production compatibles avec une société écologiquement viable, et englobe toute une série d'autres concepts importants relatifs à la production et à la fabrication durables.

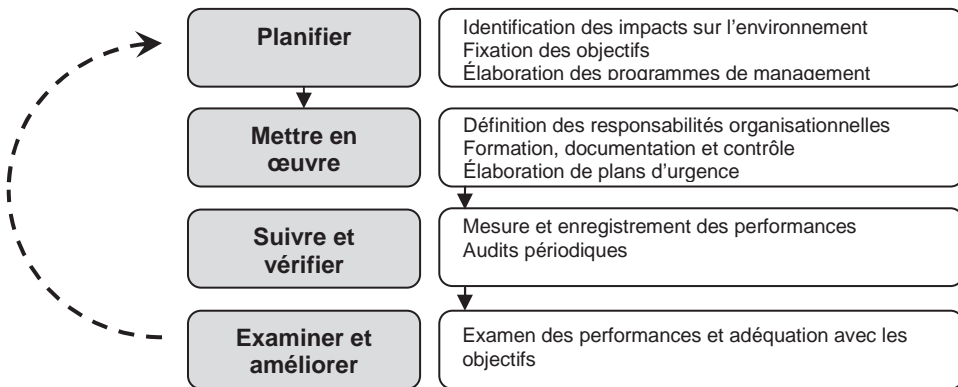
Au cours de la décennie écoulée, l'idée et l'importance de l'éco-efficience en tant que principe directeur de la production industrielle et des décisions prises dans les entreprises a bénéficié d'une attention beaucoup plus soutenue, et profité d'un slogan accrocheur (« comment consommer mieux avec moins ») qui incite à produire davantage de biens et services tout en utilisant moins de ressources et en créant moins de déchets et de pollutions (CE, 2005). Ce mouvement fait évoluer différentes approches conceptuelles et méthodologiques : veille et audit environnementaux par exemple, mais aussi stratégies environnementales (Maxwell *et al.*, 2006), que les entreprises peuvent utiliser pour mieux appliquer les principes d'éco-efficience à leur production.

Ces tâches ne sont pas triviales pour les entreprises manufacturières, et sollicitent fortement leurs capacités de gestion organisationnelle. La mise au point de systèmes de management environnemental (SME) a favorisé le rapprochement de nombreux principes de veille environnementale et de management, instaurant ainsi un cadre dans lequel les entreprises peuvent progresser en direction d'une production éco-efficiente (Johnstone *et al.*, 2007).

Le but d'un SME est de fournir à l'entreprise un système de gestion exhaustif et systématique adapté à l'amélioration continue de sa performance environnementale. Une fois mis en œuvre, le système s'appuie sur une structure qui se caractérise le plus souvent par quatre étapes cycliques et pragmatiques : *i*) planification ; *ii*) mise en œuvre ; *iii*) suivi et vérification ;

iv) examen et amélioration (Perotto *et al.*, 2008) (figure 1.3). Ces étapes s'appliquent à tous les aspects des activités, produits et services de l'entreprise qui interagissent avec l'environnement (ISO, 2004), et peuvent englober la restructuration des processus et des responsabilités de l'ensemble de l'entreprise.

Figure 1.3. Cycle caractéristique des systèmes de management environnemental



On peut, pour prendre en compte la diversité des organisations et des secteurs, mettre les SME en place de manière très variée. Mais il existe des normes permettant d'assurer le respect des grands principes. Les deux principales normes, pour lesquelles une certification peut être délivrée, sont la norme ISO 14001, mise au point par l'Organisation internationale de normalisation (ISO), et le Système de management environnemental et d'audit (SMEA), élaboré par la Commission européenne. Ces dispositifs ont pour objectif de garantir que les entreprises adoptent une politique dans le domaine de l'environnement, que les responsabilités environnementales sont clairement attribuées dans l'ensemble de l'organisation, et que le système est soumis à des audits externes.

La mise en place de SME peut servir non seulement à améliorer la performance environnementale des processus manufacturiers (Johnstone *et al.*, 2007), mais aussi à répondre aux pressions croissantes qu'exercent les parties prenantes, à améliorer l'image de l'entreprise, ainsi qu'à réduire les risques de passif écologique et de non-respect des normes (Perotto *et al.*, 2008). Même s'ils proviennent essentiellement d'études de cas d'entreprises spécifiques, les faits prouvent par ailleurs abondamment que la mise en œuvre de SME améliore la performance financière. Le nombre de certifications de SME a nettement crû dans certains pays, même si la proportion d'entreprises certifiées demeure très faible.

La mesure de la performance environnementale est au cœur de tout SME, car elle fournit des informations essentielles pour gérer et réduire les impacts sur l'environnement. L'évaluation de cette performance n'a toutefois rien de marginal et reste l'objet de débats méthodologiques³. Le plus souvent, elle consiste à mesurer des processus, et se gère à l'aide de différents jeux d'indicateurs dont l'objectif est de résumer et de simplifier les informations pertinentes tirées du système de production (ces questions d'indicateurs sont examinées en détail au chapitre 3).

La démarche du cycle de vie et la gestion « verte » de la chaîne d'approvisionnement

L'analyse du cycle de vie (ACV) est l'un des outils servant le plus à mesurer les impacts sur l'environnement et à étayer la prise de décisions concernant le développement de nouveaux produits et procédés. Comme son nom l'indique, elle a pour but de réduire l'emploi de ressources et l'impact environnemental tout au long de la vie des produits et services. Cette démarche va au-delà de la simple production moins polluante dans la mesure où elle insiste sur le devoir qu'ont les entreprises de sortir de leur cadre de réflexion habituel lorsqu'elles examinent les incidences de leurs activités sur l'environnement. Elle suppose de prendre en compte les répercussions et responsabilités environnementales qui découlent de l'extraction de matières, depuis la conception des produits et des procédés de production jusqu'à la consommation et la mise au rebut finale des produits. C'est pourquoi l'ACV est également qualifiée d'analyse « du berceau au tombeau ».

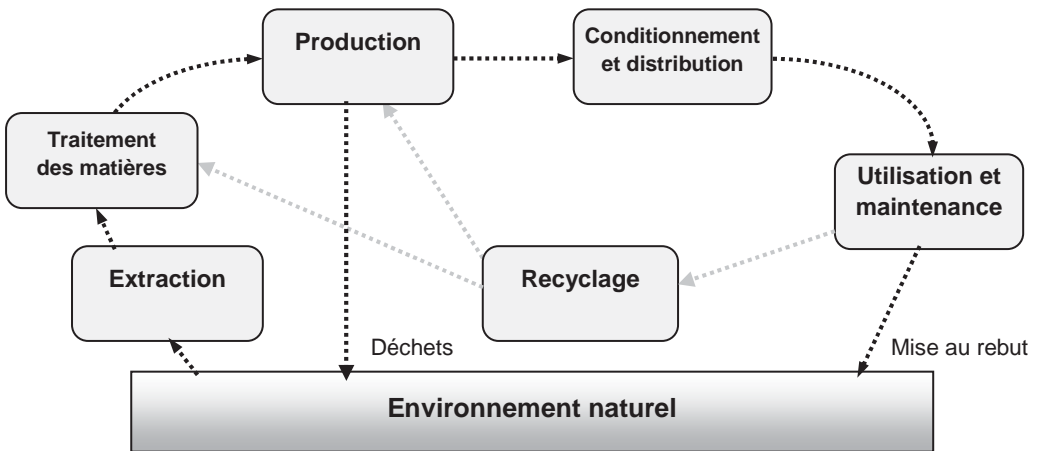
La philosophie du cycle de vie et les démarches de management ont jeté les fondations d'une série d'initiatives environnementales et de modèles économiques relativement nouveaux et proactifs, dans lesquels les considérations environnementales passent du seul site de production à l'ensemble de la chaîne de valeur. Au niveau de l'action publique, cette tendance transparaît dans les initiatives de responsabilité élargie des producteurs et dans la politique intégrée des produits de l'Union européenne, qui cherchent à étendre la responsabilité des fabricants au cycle de vie entier des produits.

Le concept de gestion verte (ou durable) de la chaîne d'approvisionnement (GSCM) provient de la démarche du cycle de vie et de son application (Seuring et Muller, 2007). Comme l'illustre la figure 1.4, il intègre des considérations environnementales à l'ensemble de la chaîne de valeur, de l'approvisionnement initial en matières premières à la consommation et la mise au rebut des produits, en passant par les différentes entités impliquées dans les activités d'extraction, de traitement, de fabrication et de distribution (Saunders, 1997).

L'adoption de la GSCM est très exigeante car elle nécessite, outre différents éléments liés à la production moins polluante et à la mise en œuvre des SME, l'élaboration et le maintien d'étroites relations de coopération avec des entités externes telles que les fournisseurs et les détaillants.

Ces dernières années, la reddition de comptes en matière environnementale et sociale est une exigence qui s'est de plus en plus imposée aux entreprises. Cette pression a fait naître le concept et la pratique de la responsabilité sociale des entreprises (RSE), par laquelle ces dernières, sur la base du volontariat, font connaître leur volonté de tenir compte des conséquences éthiques de leurs activités et d'en assumer la responsabilité au-delà des exigences de la loi.

Figure 1.4. La démarche du cycle de vie



Ces dernières années, la RSE est devenue une question centrale, principalement en raison de l'attention croissante portée aux questions sociales et environnementales et d'une demande plus forte des pouvoirs publics, des militants, des médias et des investisseurs en matière d'amélioration de l'éthique des entreprises (Porter et Kramer, 2006). La RSE est pour l'essentiel une démarche fondée sur le volontariat, mais certains gouvernements incitent plus fermement les entreprises à davantage se responsabiliser, en exigeant par exemple d'elles qu'elles mentionnent leurs risques éthiques, sociaux et environnementaux dans des rapports annuels (voir par exemple la nouvelle réglementation économique française de 2001).

Encadré 1.2. Les rapports de développement durable émis par les entreprises

La publication de rapports sur les activités environnementales et sociales et la chaîne d'approvisionnement est un moyen pour les entreprises de faire connaître aux acteurs concernés leurs réalisations et leurs objectifs en matière de développement durable. Généralement volontaire, cette démarche produit des documents qui peuvent être considérés comme l'équivalent non financier du rapport financier de l'entreprise.

Bien que les rapports de développement durable aient eu pour l'essentiel une vocation d'outil de communication, ils n'en sont pas moins largement reconnus comme un mécanisme important d'amélioration de la performance environnementale et sociale des entreprises. Les entreprises sont aussi de plus en plus nombreuses à émettre des rapports de durabilité dans la mesure où les banques et les investisseurs s'intéressent davantage aux aspects non bilanciels des performances de l'entreprise. Des initiatives internationales telles que le Pacte mondial des Nations Unies et les Principes pour l'investissement responsable (PRI) des Nations Unies exercent sur les entreprises des pressions supplémentaires les incitant à faire part de leurs performances en matière de durabilité.

Aujourd'hui il existe plusieurs cadres et ensembles de principes directeurs sur les modalités et le contenu de ces rapports. Les *Sustainability Reporting Guidelines* de la GRI (*Global Reporting Initiative*) accèdent peu à peu au statut de norme internationale (voir le chapitre 3).

Néanmoins, alors même que les entreprises sont désormais de plus en plus nombreuses à prendre en compte les questions de RSE, la problématique traitée et les actions concrètes qu'elles mènent restent souvent floues (Porter et Kramer, 2006). Par ailleurs, les rapports de développement durable (encadré 1.2) se résument souvent à un catalogue disparate d'activités sociales et environnementales. On observe rarement la mise en place de stratégies et de cadres cohérents quant à la manière dont l'entreprise assume, ou prévoit d'assumer, ses responsabilités sociales et environnementales, et dont ces responsabilités s'articulent avec sa stratégie centrale (GRI et KPMG, 2008).

Une nouvelle révolution industrielle

Il faut, pour répondre aux enjeux environnementaux mondiaux découlant des schémas de consommation et de production en place depuis la révolution industrielle, trouver des moyens de rapprocher des idées et des concepts qui, jusqu'ici, ont été considérés comme des sacrifices à consentir. Pour l'essentiel, c'est d'une « nouvelle révolution industrielle » dont nous avons besoin, dans laquelle la richesse économique ira de pair avec la durabilité environnementale et sociale. La démarcation de plus en plus floue entre le

secteur manufacturier et les services (Mont, 2002), ou entre les biens et les services, peut être vue comme un exemple précoce d'évolution dans cette direction. L'accès à de meilleures performances environnementales grâce à une diminution des flux de matières a suscité une approche plus intégrée de la production durable, souvent dénommée PSS (*product-service system*, ou système produits-services). Les PSS incitent les entreprises à davantage réutiliser et remanufacturer les produits. Si l'on prolonge cette démarche, le besoin de matières vierges peut être formidablement réduit grâce à l'adoption d'une production en boucle fermée, qui optimise la réutilisation de matières existant déjà dans le système de production. Des solutions avancées optent pour une vision encore plus globale telle que l'écologie industrielle, dans laquelle les effluents d'une entité industrielle sont utilisés par la production d'une autre entité.

Système produits-services (PSS)

Alors que les processus industriels traditionnels mettent l'accent sur la production et la livraison de biens aux consommateurs, un PSS s'attache aux notions d'utilité pour le consommateur et de fonctionnalité des produits. Par exemple, lorsqu'une entreprise fabrique et fournit des photocopieurs, elle conserve la propriété du produit si elle applique le modèle PSS, en fournissant le photocopieur au consommateur sous forme de fonction, de sorte que le consommateur n'achète que le service de copie et non le produit lui-même.

Le concept de PSS apparaît souvent dans les articles publiés sur la durabilité, mais rarement dans les recherches générales consacrées aux entreprises (Tukker *et al.*, 2006). Les concepts de « vente fonctionnelle » ou de « servicisation » ont toutefois une signification similaire dans ces recherches. En fait, la démarche des PSS s'applique dans des contextes interentreprises depuis de nombreuses années. Comme la propriété du produit n'est pas transférée du fabricant au consommateur, les coûts de maintenance, de retrait et de remplacement des produits sont internalisés dans le respect des objectifs d'optimisation des bénéfices du fabricant. Ainsi, comme la totalité des biens manufacturés est en quelque sorte « stockée » chez le consommateur, les entreprises n'ont pas besoin de vendre davantage de produits pour optimiser leurs bénéfices. Elles peuvent plutôt exploiter la réduction optimale de la consommation de matières et l'accroissement de la réutilisation, du recyclage et de la fabrication de produits à partir d'éléments de récupération des produits – autant d'activités porteuses d'effets bénéfiques potentiels considérables pour l'environnement.

Le partage d'un même produit par de nombreux consommateurs permettrait d'intensifier son utilisation, et de dériver ainsi des PSS un autre avantage pour l'environnement. Aujourd'hui, les automobiles restent gérées

la plupart du temps, au lieu de rouler, et les perceuses ne servent le plus souvent que quelques fois dans l'année. Les PSS pourraient entraîner une diminution radicale de la production de biens physiques et, partant, une moindre consommation de matières et une moindre production de déchets. Les PSS offrent aussi la possibilité de modérer la recherche de bénéfices sur des marchés qui se caractérisent par la versatilité des préférences des consommateurs et par la célérité des virages technologiques (Behrendt *et al.*, 2003).

L'adoption de PSS et leur viabilité financière dépendent de l'ampleur des mutations des infrastructures économiques, sociales et technologiques, ainsi que des modèles économiques (Mont, 2002). Sous l'angle par exemple des entreprises manufacturières, les PSS pourraient provoquer l'abandon du modèle classique centré sur les points de vente au profit d'un système de contrats de services à long terme. Cette évolution modifierait la gestion organisationnelle et la commercialisation des produits. Du point de vue du consommateur, la question centrale est celle de la propriété des produits. Pour que le modèle des PSS fonctionne, il faut que le consommateur considère les produits comme des biens loués et non possédés, mais aussi partagés plutôt qu'utilisés. La possession de certains produits est cependant difficilement dissociable de l'identité et du statut des consommateurs (automobiles, biens de luxe, logement, etc.) (encadré 1.3).

Encadré 1.3. Mise en œuvre de systèmes produits-services

InterfaceFLOR, un fabricant américain de tapis, propose des services de rotation et de remplacement de tapis au lieu de vendre ces derniers. Ce PSS fait partie d'une initiative plus large appelée « *Mission Zero* » par laquelle l'entreprise cherche à éliminer de ses installations, d'ici 2020, toute forme de déchets, y compris les tapis mis à la décharge en fin de vie. InterfaceFLOR utilise ce service de rotation et de remplacement comme modèle de reprise des vieux tapis pour en recycler les matières utilisables dans de nouveaux tapis afin de réduire le recours à des matières premières à base de pétrole vierge.

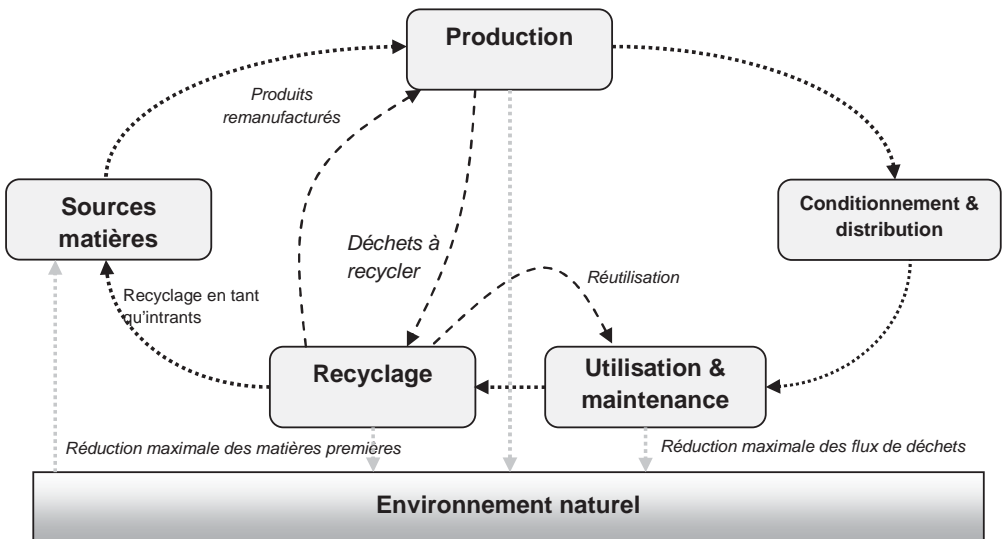
Source : site Internet d'InterfaceFLOR, www.interfaceflor.com.

La production en boucle fermée

La production en boucle fermée est similaire à la démarche du cycle de vie, mais s'en distingue par la « fermeture » du cycle des ressources de matières (figure 1.5). Tous les composants du système sont ainsi réutilisés, remanufacturés ou recyclés d'une manière ou d'une autre. Elle suppose de passer de méthodes linéaires classiques de production à une approche circulaire et plus systémique dans laquelle les produits et procédés sont conçus dans une perspective future de « réincarnation ». Le besoin de

matières vierges disparaît, ou diminue beaucoup, et les déchets sont recyclés dans le système. La production en boucle fermée représente donc une avancée de la réflexion « du berceau au tombeau » vers une démarche « du berceau au berceau » (McDonough et Braungart, 2002).

Figure 1.5. Système de production en boucle fermée



La mise en place d'une production en boucle fermée suppose de s'intéresser de près au processus de conception des produits. En effet, ce processus doit non seulement diminuer le plus possible l'usage des matières et de l'énergie nécessaires à la fabrication des produits et à leur distribution, ainsi que les impacts résultant de l'utilisation et de la mise au rebut des produits, mais aussi prendre en compte la manière dont les produits et les déchets peuvent être recyclés au mieux. En matière par exemple d'équipements industriels lourds, la conception des véhicules automobiles peut certes être optimisée en utilisant la plus petite quantité possible de matières nocives et en optimisant l'efficacité énergétique, mais encore en concevant les véhicules de manière à faciliter leur démontage, nettoyage, inspection, réparation, remplacement, durée de vie, réassemblage et « renaissance ». On pourrait, en puisant dans les vastes réservoirs de ressources que recèlent les flux actuels de déchets, réduire de manière significative le besoin de matières vierges et la mise au rebut de déchets. Les PSS sont susceptibles de faciliter les conditions dans lesquelles les entreprises peuvent faire de la production en boucle fermée une pièce maîtresse de leur fabrication durable (Behrendt *et al.*, 2003) (encadré 1.4).

Encadré 1.4. Fabrication à partir d'éléments de récupération et PSS

La fabrication de produits à partir d'éléments de récupération est une pratique susceptible de réduire l'impact environnemental tout en augmentant les recettes. Caterpillar, fabricant américain d'équipements destinés au bâtiment et aux mines, a intégré cette idée à son modèle économique et ainsi amélioré son bilan écologique. Cette entreprise s'est créé des opportunités de recettes récurrentes pour plusieurs générations de gammes de produits grâce à des stratégies de conception et des mécanismes de collecte intelligente qui optimisent les possibilités de fabrication de produits à partir d'éléments récupérés. En s'aidant d'incitations financières qui poussent les clients à rendre leurs engins en fin de vie, l'entreprise est en mesure de remanufacturer des composants à un coût très inférieur à celui du coût original, tout en conservant des marges bénéficiaires intéressantes, même lorsque les produits remanufacturés sont vendus à prix moindre avec les mêmes garanties que les produits neufs.

Source : Gray et Charter (2006), Remanufacturing and Product Design, Centre for Sustainable Design, Farnham.

L'écologie industrielle

La large mise en œuvre du concept et des techniques de production en boucle fermée dans les activités industrielles et la société en général, au-delà des limites de telle ou telle entreprise, s'appelle l'écologie industrielle. L'écologie industrielle, issue de la théorie systémique, considère l'écologie et utilise les écosystèmes naturels comme métaphore et comme modèle afin de mieux organiser la production industrielle (Frosch et Gallopoulos, 1989). Plus précisément, elle envisage le système de production industrielle comme un élément interdépendant de l'écosystème (Garner et Keoleian, 1995), c'est-à-dire que la société industrielle doit être appréhendée non pas déconnectée des systèmes qui l'entourent, mais en harmonie avec eux (Jelinski *et al.*, 1992).

S'agissant de production en boucle fermée, l'écologie industrielle pourrait être considérée comme un « système de systèmes » reliant plusieurs systèmes de production en boucle fermée par un flux circulaire de ressources, de telle sorte que les effluents d'un système sont utilisés en entrée d'un autre système, tout en opérant harmonieusement au sein d'un écosystème plus large. Selon cette vision, l'écologie industrielle ne repose pas que sur les matières recyclables à partir du système de production industrielle telles que l'aluminium, mais aussi sur les matières réutilisables dans la nature, à l'instar de textiles transformables en paillis biodégradable pour jardins après une première vie en tant que tissu de rembourrage. Par analogie avec la terminologie des écosystèmes, on peut dire de ces matières qu'elles sont des nutriments techniques et biologiques (McDonough et

Braungart, 2002). L'élaboration et la mise en œuvre d'un tel système nécessite une démarche pluridisciplinaire et pluri-organisationnelle dans laquelle les parties prenantes issues de différents secteurs industriels et de sphères et disciplines sociales variées collaborent à des partenariats intelligents. Ainsi, aucune entreprise ne peut accéder isolément à la durabilité.

Encadré 1.5 Un écoparc industriel danois

L'un des écoparcs industriels les plus anciens et les plus connus se trouve à Kalundborg, au Danemark. Cet écoparc n'est pas le résultat d'un processus soigneusement planifié ; il s'est plutôt développé progressivement à travers la coopération d'un certain nombre d'entreprises industrielles voisines. Les principales entreprises participantes sont une centrale à charbon (Asnæsværket), une raffinerie (Statoil), une usine de produits pharmaceutiques et d'enzymes industriels (Novo Nordisk et Novozymes), une usine de plaques de plâtre (Gyproc), une entreprise de dépollution des sols (AS Bioteknisk Jordrens) et la municipalité de Kalundborg par le truchement de sa structure de chauffage urbain.

La naissance de cet écoparc remonte à l'implantation de Gyproc à Kalundborg en 1970, décidée afin d'exploiter le gaz butane disponible à la raffinerie Statoil, ce qui permettait en même temps à cette dernière de ne plus brûler son gaz en torchères. Depuis, le réseau a grandi et les entreprises qui y participent sont aujourd'hui fortement intégrées. À titre d'exemple, l'excédent de chaleur de la centrale à charbon sert à chauffer environ 4 500 logements et l'eau destinée à l'aquaculture, et ses cendres pulvérulentes alimentent la production de ciment. Les boues issues de l'aquaculture et de Novo Nordisk sont fournies aux fermes avoisinantes comme engrais. Novo Nordisk fournit également à des éleveurs, pour nourrir leurs porcs, les excédents céréaliers qui lui restent de la production d'insuline. La raffinerie Statoil, de son côté, fournit à un producteur d'acide sulfurique (Kemira) du soufre liquide pur résultant de ses opérations de désulfuration.

Les échanges susmentionnés ne sont qu'une partie des flux de matières de l'écoparc de Kalundborg, que l'on a estimés au total à environ 2.9 millions de tonnes par année, incluant les éléments suivants : gaz combustibles, boues, cendres pulvérulentes, vapeur, eau, soufre et gypse. Cette symbiose industrielle a permis de réduire l'impact environnemental de la production industrielle et a entraîné d'importantes économies. Soucieuses de se comporter selon leur conscience économique et environnementale, les entreprises participantes travaillent constamment, et ensemble, à de nouvelles façons d'améliorer cette symbiose.

Source : site Internet de l'*Industrial Symbiosis Institute*, www.symbiosis.dk ; Gibbs, D. (2008), « Industrial symbiosis and eco-industrial development: an introduction », *Geography Compass*, vol. 2, n° 4.

Au stade actuel, il existe un grand fossé entre les démarches et visions théoriques de l'écologie industrielle et ce qui se met effectivement en œuvre dans la société dans un contexte de mondialisation accrue de la chaîne de valeur des entreprises manufacturières. Néanmoins, certaines applications de l'écologie industrielle ont fait l'objet de tentatives sous la forme d'« écoparcs » industriels. Ces parcs regroupent des entreprises qui cherchent à tirer parti de symbioses industrielles, grâce à une étroite coopération tant mutuelle qu'avec le milieu local, en partageant des ressources afin d'améliorer la performance économique tout en diminuant le plus possible les déchets et les pollutions (encadré 1.5). Cette idée bénéficie par ailleurs du soutien du *Zero Emissions Forum* de l'Université des Nations Unies (UNU) qui lance des projets pilotes d'écoparcs, et recherche simultanément des synergies industrielles et des transactions durables (Kuehr, 2007).

Synthèse

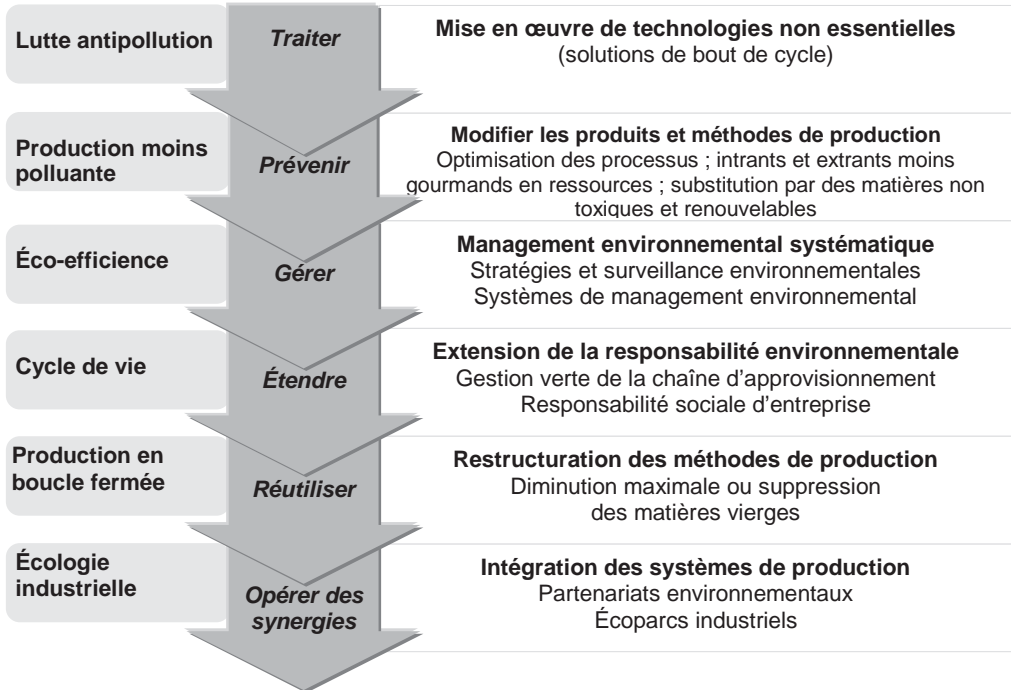
Pour résumer, la théorie et la pratique concernant la production durable ont connu différentes évolutions ces dernières décennies, de la mise en œuvre de technologies de traitement des pollutions en fin de cycle à la prévention des pollutions, à la diminution des intrants et des extrants, et au remplacement des matières toxiques par d'autres matières. Récemment, les entreprises manufacturières ont axé leurs efforts sur des solutions comportant des méthodes visant à réduire le plus possible les flux de matières et d'énergie en modifiant les produits, les services et les méthodes de production, et en ressuscitant les produits mis au rebut sous forme de ressources productives nouvelles.

Les progrès faits en direction d'une production durable résultent aussi d'une amélioration des pratiques de management. Les stratégies environnementales et les systèmes de management ont permis aux entreprises de mieux identifier et surveiller leur impact environnemental, et ont facilité les améliorations de la performance environnementale. Bien que ces mesures se soient au départ limitées à la mise en œuvre de systèmes productifs circonscrits à telle ou telle usine, elles ont évolué vers le soutien d'un meilleur management environnemental tout au long du cycle de vie des produits et de la chaîne de valeur de l'entreprise.

Des méthodes plus intégrées et systématiques visant à améliorer la performance des industries manufacturières en matière de durabilité ont préparé le terrain à l'apparition de nouveaux modèles économiques tels que les PSS, qui pourraient générer d'importants avantages pour l'environnement. En outre, on observe l'apparition, même si elle reste timide pour l'instant, de modes plus efficaces et plus intelligents de structuration des systèmes de production, à l'instar des écoparcs industriels qui exploitent les synergies

économiques et environnementales entre entreprises industrielles habituellement sans relations (figure 1.6).

Figure 1.6. Évolution des concepts et pratiques de la production durable



Comprendre l'éco-innovation

Ces dernières années, de nombreuses entreprises et sociétés de conseil ont commencé à utiliser le terme d'éco-innovation ou d'autres termes similaires pour présenter les contributions du monde des entreprises au développement durable dues à des innovations et des améliorations dans les procédés de production et les produits ou services. On observe certains gouvernements et l'Union européenne (UE) faire la promotion de ce concept en tant que moyen de remplir des objectifs de développement durable tout en préservant la compétitivité de l'industrie et de l'économie.

Au sein de l'Union européenne, l'éco-innovation est considérée comme un soutien aux objectifs élargis de la Stratégie de Lisbonne pour la croissance et l'emploi. En 2004, le Plan d'action en faveur de l'éco-technologie (ETAP) a été lancé pour promouvoir le développement et la mise en œuvre de l'éco-innovation⁴. L'ETAP définit l'éco-innovation

comme « la production, l'assimilation ou l'exploitation d'une nouveauté dans des produits, des procédés de production, des services ou des méthodes de management et d'entreprise, qui vise, tout au long du cycle de vie, à empêcher ou diminuer nettement les risques environnementaux, les pollutions et d'autres répercussions négatives découlant de l'utilisation de ressources (y compris énergétiques) ». Ce plan d'action fournit une feuille de route générale afin de promouvoir les technologies environnementales et la compétitivité des entreprises en se focalisant sur les actions suivantes : combler le fossé qui existe entre la recherche et les marchés ; améliorer les conditions que rencontrent les technologies environnementales sur le marché ; et agir à l'échelle planétaire. L'éco-innovation fait maintenant partie du Programme-cadre pour la compétitivité et l'innovation (CIP) de l'UE couvrant la période 2007-13, qui prévoyait 28 millions EUR de crédits en 2008 pour stimuler l'adoption, notamment par les petites et moyennes entreprises (PME), de produits, procédés et services environnementaux.

Aux États-Unis, les technologies environnementales sont également considérées comme un moyen prometteur d'améliorer les conditions environnementales sans entraver la croissance économique, et sont favorisées par différents programmes de partenariat public-privé et par des allègements fiscaux (OCDE, 2008). En 2002, l'EPA a élaboré une stratégie destinée à obtenir de meilleurs résultats environnementaux grâce à l'innovation (EPA, 2002). En application de cette stratégie, elle a créé le *National Center for Environmental Innovation* et apporte son soutien aux activités de recherche-développement et de démonstration des technologies contribuant au développement durable en partenariat avec les exécutifs des états, les entreprises et des groupes locaux.

Alors que la promotion de l'éco-innovation s'est jusqu'ici essentiellement intéressée au développement et à la mise en œuvre de technologies environnementales, on observe aujourd'hui une tendance croissante à aller plus loin. En effet, non seulement les aspects non technologiques de l'innovation tels que l'innovation organisationnelle et l'innovation commerciale, qui sont définis dans la dernière version du *Manuel d'Oslo* de l'OCDE (OCDE et Eurostat, 2005), sont de mieux en mieux compris et font l'objet de recherches croissantes, mais encore l'éco-innovation, privilégiant désormais le développement durable, exige de vastes changements structurels de la société.

Au Japon, le Comité de la politique industrielle, scientifique et technologique du gouvernement a introduit en 2007 le terme d'éco-innovation pour décrire de manière plus globale l'orientation et la vision des changements sociétaux et technologiques nécessaires pour parvenir au développement durable. Ce comité considère que le schéma actuel de croissance économique, fondé sur une « consommation de masse à orientation

fonctionnelle et tirée par les fournisseurs », se rapproche des limites posées par les contraintes environnementales, énergétiques et de ressources. La satisfaction matérielle des Japonais étant désormais élevée, le Comité estime que la croissance économique au XXI^e siècle peut être poursuivie en faisant appel à la sensibilité (*kansei*) de chacun. Il faut aussi pour cela instaurer une structure socio-industrielle qui fusionne préservation environnementale et croissance économique. En bref, le Comité définit l'éco-innovation comme « un nouveau domaine d'innovations technosociales s'intéressant moins aux fonctions des produits et davantage à l'environnement et à la personne ». En termes plus concrets, il propose de promouvoir la construction d'infrastructures « à émissions zéro » pour l'approvisionnement énergétique, les transports et l'aménagement urbain, et d'instaurer des styles de vie durables en vendant des services plutôt que des produits et en affichant des valeurs environnementales et de *kansei* (METI, 2007).

Si les objectifs globaux de la promotion de l'éco-innovation semblent tous viser la viabilité économique et la durabilité environnementale, l'application du concept varie. Soucieux d'améliorer la vision conceptuelle de l'éco-innovation et de faciliter la mise au point d'un cadre d'analyse conjuguant éco-innovation et production durable, nous nous efforçons dans cette section de dresser un tableau conceptuel et typologique de l'éco-innovation et des divers domaines auxquels ce concept peut globalement s'appliquer dans différentes sortes d'entreprises.

Aperçu conceptuel

Le vocable « éco-innovation » semble avoir fait sa toute première apparition dans *Driving Eco-Innovation*, ouvrage de Claude Fussler et Peter James paru en 1996. Les auteurs y définissent ce concept comme « de nouveaux produits et procédés qui créent de la valeur pour les consommateurs et les entreprises tout en diminuant de manière non négligeable leurs répercussions environnementales ». Faisant suite au concept global de développement durable, le sens que revêt l'éco-innovation s'étend à des aspects sociaux et institutionnels. Si l'on relève dans les recherches publiées certaines tentatives de différenciation entre des concepts tels que l'« éco-innovation », l'« innovation environnementale », l'« innovation pour le développement durable » et l'« innovation durable », leur utilisation est pour l'essentiel interchangeable (Charter et Clark, 2007). Nous utilisons dans le présent chapitre le vocable d'éco-innovation de manière prépondérante, mais sans faire pour autant de distinction entre ces concepts⁵.

L'éco-innovation est étroitement associée à la vision classique de l'innovation qui, selon le *Manuel d'Oslo* (OCDE et Eurostat, 2005), peut se décrire comme la mise en œuvre de produits (biens ou services), procédés, méthodes de commercialisation ou méthodes organisationnelles dans les

pratiques de l'entreprise, le lieu de travail ou les relations extérieures nouveaux ou sensiblement améliorés. Cette interprétation se distingue de celle de l'invention, qui fait référence à une phase au cours de laquelle se conçoit l'idée qui sous-tend l'innovation. Elle est également distincte de la diffusion de l'innovation. Toutefois, prises ensemble, l'invention, l'innovation et la diffusion composent ce que l'on appelle le processus d'innovation, qui semble pouvoir s'appliquer à l'éco-innovation.

L'éco-innovation peut toutefois être distinguée de l'innovation classique par deux aspects importants. Tout d'abord, il ne s'agit pas d'un concept ouvert, car elle représente une innovation qui met explicitement l'accent sur la réduction des incidences environnementales, qu'elles soient intentionnelles ou fortuites. Deuxièmement, l'éco-innovation ne se limite pas à l'innovation appliquée à des produits, des procédés, des méthodes de commercialisation ou d'organisation : elle englobe aussi l'innovation portant sur les structures sociales et institutionnelles (Rennings, 2000). Ceci traduit le fait que le champ de l'éco-innovation peut dépasser les frontières organisationnelles classiques de l'entreprise innovante pour englober une sphère sociétale plus large. Elle comprend donc la modification de normes sociales, de valeurs culturelles et de structures institutionnelles – en partenariat avec des parties prenantes telles que les concurrents, les entreprises de la chaîne d'approvisionnement, des entreprises d'autres secteurs, les pouvoirs publics, les détaillants et les consommateurs – afin de tirer de l'innovation un surplus de bienfaits environnementaux.

Sur la base du *Manuel d'Oslo* et d'autres sources (par exemple METI, 2007 ; Reid et Miedzinski, 2008 ; MERIT *et al.*, 2008)⁶, l'éco-innovation peut être décrite comme « la création de produits (biens et services), procédés, méthodes de commercialisation, structures organisationnelles et dispositions institutionnelles nouveaux ou sensiblement améliorés qui, de manière intentionnelle ou non, améliorent l'environnement par rapport aux substituts pertinents ». Dans cette interprétation, l'innovation et l'éco-innovation ne se distinguent des solutions de substitution pertinentes que par leurs effets sur l'environnement. Cette définition ne fournit donc qu'une démarcation conceptuelle ténue entre l'innovation et l'éco-innovation, et ne doit être considérée que comme un point de départ de l'analyse de l'éco-innovation. C'est pourquoi, afin de faciliter l'analyse des différentes activités des entreprises ayant l'éco-innovation pour objectif, nous détaillons ci-après le concept et sa typologie.

Typologie

Sur la base de recherches relatives à l'innovation et l'éco-innovation (par exemple OCDE et Eurostat, 2005 ; Charter et Clark, 2007 ; Reid et Miedzinski, 2008), nous proposons d'appréhender toute éco-innovation selon les trois grands axes de l'objectif, du mécanisme et de l'impact :

- L'**objectif** concerne le domaine d'application central de l'éco-innovation. Si l'on se réfère à la typologie définie par le *Manuel d'Oslo*, l'objectif d'une éco-innovation peut se ventiler de la manière suivante : *i*) produits (biens et services) ; *ii*) procédés, c'est-à-dire méthodes ou procédures de production ; *iii*) méthodes de commercialisation, qui font référence à la promotion et à la tarification des produits et à d'autres stratégies visant le marché ; *iv*) organisations, c'est-à-dire la structure du management et la répartition des responsabilités ; *v*) institutions, qui abordent une sphère sociétale plus large échappant au contrôle de l'entreprise, tels que le dispositif institutionnel en général, les normes sociales et les valeurs culturelles.
- Le **mécanisme** concerne la méthode par laquelle se met en place ou apparaît le changement visé par l'éco-innovation. Ce mécanisme est également associé aux caractéristiques sous-jacentes de l'éco-innovation – selon que le changement prévu est ou non de nature technologique. Quatre mécanismes de base peuvent être identifiés : *i*) modification, représentant des ajustements ténus et progressifs des produits et procédés ; *ii*) reconception, qui fait référence à des modifications notables des produits, procédés ou structures organisationnelles existants etc. ; *iii*) solutions de substitution, représentant l'introduction de biens et de services susceptibles de satisfaire les mêmes besoins fonctionnels et de fonctionner en remplacement d'autres produits ; et *iv*) création, qui couvre la conception et la mise en œuvre de produits, procédés, procédures, organisations et institutions entièrement nouveaux.
- L'**impact** fait référence à l'effet de l'éco-innovation sur les conditions environnementales tout au long de son cycle de vie ou dans un autre domaine d'intérêt. Il dépend de la combinaison que forment l'objectif et le mécanisme de l'innovation, que l'on appellera ici la conception de l'innovation, et peut être illustré tout au long d'un continuum allant d'améliorations marginales de l'environnement à la suppression totale des dommages environnementaux. Dans des domaines particulièrement bien définis, l'impact peut être rapproché du concept de « facteur » qui sert à décrire la performance technologique sous l'angle de l'efficacité de l'énergie et des ressources (Weizsacker *et al.*, 1998). À titre d'exemple, une amélioration des émissions de CO₂ de facteur 2 dénote, toutes choses étant égales par ailleurs, une réduction de 50 % de ces émissions.

Sur la base de cette typologie, les entreprises peuvent concevoir et analyser leurs initiatives et leurs stratégies en s'intéressant à des domaines spécifiques (objectifs), aux types de progrès réalisés (mécanismes) et aux répercussions (impact). Si cette démarche est applicable aux initiatives d'éco-innovation quels qu'en soient les objectifs et les mécanismes, il est généralement possible de distinguer la nature sous-jacente des changements apportés par les éco-innovations de produits et procédés de celle des changements concernant les méthodes de commercialisation, les organisations et les institutions. Par exemple, l'éco-innovation visant les produits et procédés est souvent considérée comme associée de manière plus étroite aux progrès technologiques quel que soit le mécanisme élémentaire d'éco-innovation. S'agissant à l'inverse des méthodes de commercialisation et des structures organisationnelles, les mécanismes d'éco-innovation sont en général davantage associés à des évolutions non technologiques (OCDE, 2007). Cette notion s'étend aux changements intervenant dans les dispositifs institutionnels. Ces différences, accompagnées de l'impact de l'éco-innovation, sont détaillées ci-après.

L'éco-innovation dans les produits et procédés

Les progrès des produits et procédés, qui dépendent en général des mutations technologiques, englobent une vaste palette d'objets concrets susceptibles d'améliorer les conditions environnementales ; on pourrait aussi les considérer comme des éco-innovations technologiques. Parmi des exemples de ces progrès figurent les puces informatiques, à la fois plus rapides et moins énergivores, les automobiles plus économes en carburant, et les méthodes de production moins gourmandes en ressources. Ces progrès sont en général de nature soit curative, soit préventive.

Les technologies éco-innovantes curatives sont l'équivalent des technologies de bout de cycle décrites précédemment, car elles ont pour objectif de réduire ou d'éliminer des éléments contaminants déjà fabriqués. Les technologies éco-innovantes préventives, elles, ont pour but la réduction ou l'élimination de la source de polluants. Ces technologies sont donc liées aux techniques de production moins polluantes, mais peuvent résulter de manière non intentionnelle d'efforts visant à améliorer la rentabilité générale des entreprises.

Les produits et les procédés éco-innovants tant curatifs que préventifs peuvent relever les défis environnementaux. Pourtant, du point de vue plus large de la durabilité, ils ne doivent être considérés que comme l'un des volets de la solution (Brown *et al.*, 2000). En outre, s'ils ne font pas l'objet de tests visant à détecter leurs effets néfastes éventuels, certains d'entre eux peuvent même susciter l'apparition de nouveaux aléas et problèmes environnementaux (Reid et Miedzinski, 2008) (encadré 1.6).

Encadré 1.6. Grandeur et décadence des gaz CFC

Les gaz chlorofluorocarbone (CFC) ont été mis au point dans les années 30 pour remplacer des matières dangereuses telles que le dioxyde de soufre et l'ammoniac. Ils ont longtemps été considérés comme un réfrigérant idéal en raison de leurs propriétés non toxiques, non inflammables et non corrosives, ainsi que de leur coût modique et de leur efficacité. Le recours aux CFC a rapidement augmenté dès leur mise sur le marché, non seulement dans les appareils de climatisation et de réfrigération, mais aussi pour toute une gamme d'applications industrielles.

Toutefois, dans les années 70, on découvrit que les gaz CFC avaient un effet destructeur sur la couche d'ozone. De larges diminutions de cette dernière, notamment au-dessus de l'Antarctique, furent rapportées au milieu des années 80, et des inquiétudes sur la probabilité croissante de cancers de la peau apparurent. C'est ainsi qu'intervint l'interdiction des gaz CFC à travers un accord international appliqué en 1989 – le Protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone.

Source : Organisation météorologique mondiale (OMM) et Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) (1998), *Scientific Assessment of Ozone Depletion: 1998*, WMO Ozone Report n° 44, OMM, Genève ; OMM et PNUE (2006), *Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2006*, OMM, Genève.

L'éco-innovation dans les méthodes de commercialisation, les organisations et les institutions

Contrairement à ce que l'on observe pour les produits et procédés, l'éco-innovation relative aux méthodes de commercialisation, aux structures organisationnelles et aux dispositions institutionnelles répond en général à des mécanismes de nature non technologique. Ces changements constituent un domaine relativement nouveau dans les recherches publiées sur l'innovation et n'ont été adoptées que par la troisième et toute dernière révision du *Manuel d'Oslo* de 2005 avec l'intégration de l'innovation aux méthodes de commercialisation et aux structures organisationnelles.

L'éco-innovation dans les méthodes commerciales comprend de nouvelles façons d'incorporer les aspects environnementaux aux stratégies de communication et de vente. Le marketing éco-innovant s'intéresse à la façon dont l'entreprise s'adresse aux consommateurs et peut jouer un rôle significatif au profit de l'environnement en influençant ces derniers. Ce rôle peut par exemple consister à améliorer l'image générale des produits et de l'entreprise en élaborant et en commercialisant des produits éco-efficaces grâce à de meilleures études de marché, à des contacts directs avec les consommateurs et à des pratiques commerciales séduisantes pour les consommateurs sensibles aux questions environnementales. L'éco-innovation appliquée aux techniques de commercialisation peut aussi intégrer de nouveaux modèles économiques

qui modifient les modes de tarification, de présentation et de promotion des produits en faisant par exemple appel à des PSS.

L'éco-innovation organisationnelle englobe la mise en place de nouvelles méthodes de management, tels que les SME et les stratégies environnementales d'entreprise. Si ces domaines concernent des pratiques générales de l'entreprise en matière d'environnement, l'éco-innovation organisationnelle peut aussi se traduire par des modifications du lieu de travail consistant par exemple à centraliser ou décentraliser les responsabilités et les pouvoirs de décision en matière environnementale, ou à instaurer des programmes de formation des salariés en vue de renforcer la sensibilisation et les performances environnementales. L'éco-innovation organisationnelle englobe également les changements que l'entreprise applique à ses relations avec les autres entreprises et les institutions publiques, par exemple en adoptant une GSCM et en participant à des partenariats public-privé en matière de recherche environnementale et de projets environnementaux.

Si l'innovation institutionnelle n'est pas traitée par le *Manuel d'Oslo*, les recherches publiées sur l'innovation classique insistent sur l'importance de l'évolution parallèle des changements sociaux et institutionnels en rapport avec le processus d'innovation, mais de manière distincte de celui-ci (Grubb, 2004 ; Reid et Miedzinski, 2008). Toutefois, dans le contexte de la durabilité, des recherches minoritaires mais croissantes estiment que les modifications des normes sociales, des valeurs culturelles et des structures institutionnelles peuvent être considérées comme des solutions éco-innovantes en elles-mêmes, ou en faire partie intégrante (Rennings, 2000). Cette position s'appuie sur une vision de l'action des pouvoirs publics dans laquelle, comme par exemple au Japon, l'éco-innovation est de plus en plus souvent considérée comme un domaine d'innovation technosociale susceptible d'améliorer non seulement les conditions environnementales, mais aussi de répondre à des appréciations subjectives (METI, 2007).

Le concept même d'institution englobe en général toute une série d'aspects sociétaux qui vont des normes sociales et des valeurs culturelles aux lois et règlements codifiés, et de dispositifs sociaux flous à des cadres institutionnels très officiels. Dans certains cas, les institutions sont considérées comme exogènes, déterminées en dehors du règne du marché ; dans d'autres, elles sont vues comme des formations endogènes (van de Ven et Hargrave, 2002 ; Aoki, 2007). La présente étude fait la distinction entre les institutions informelles telles que les normes sociales et les valeurs culturelles, qui sont en général endogènes, et les institutions formelles telles que les corpus législatifs, les règlements et les dispositifs et cadres institutionnels formels, qui découlent souvent de décisions des pouvoirs publics et de décisions économiques.

Dans les institutions informelles, l'éco-innovation désigne des changements de valeurs, de croyances, de connaissances ou de normes qui entraînent des améliorations des conditions environnementales à travers les pratiques et les comportements sociaux. Elle peut par exemple comporter des changements dans les modes de transport, comme lorsque les citoyens délaissent leur véhicule personnel ou l'avion au profit du train, du bus ou du vélo, en raison d'une sensibilisation ou d'une formation accrues aux questions environnementales. Elle peut aussi englober l'essor de groupes s'autosaisissant de questions de santé, d'actions collectives de nettoyage de l'environnement, de mouvements militant pour une alimentation biologique, etc.

L'éco-innovation institutionnelle formelle fait référence à des changements structurels qui redéfinissent les rôles et les relations entre différentes entités indépendantes et s'appuient le plus souvent sur des dispositions légales de mise en œuvre, des accords internationaux ou des dispositifs multipartites fondés sur le volontariat mais officiels. Parmi les solutions éco-innovantes concernant les institutions figurent les agences chargées d'administrer et de nettoyer l'approvisionnement local en eau, les plateformes qui financent le développement de technologies environnementales et la création de dispositifs d'éco-étiquetage et de cadres déclaratifs environnementaux, ainsi que de nouveaux systèmes de gouvernance mondiale, à l'instar d'une institution unique pour les questions ayant trait au climat mondial et à la biodiversité (Rennings, 2000). En termes de production durable, la création d'écoparc industriels dans lesquels le partage des ressources est optimisé entre des industriels apparemment sans rapport, peut être considérée comme un exemple d'éco-innovation institutionnelle formelle.

Impacts de l'éco-innovation

L'impact environnemental d'une éco-innovation provient des interactions qui s'établissent entre la conception de l'innovation (son objectif et son mécanisme) et l'environnement sociotechnique dans lequel elle s'insère. D'un point de vue analytique, l'évaluation de cet impact revêt une grande importance car elle détermine si l'éco-innovation peut réellement être classée comme telle. Par ailleurs, d'un point de vue pratique, il importe de montrer que l'éco-innovation améliore les conditions environnementales générales. Néanmoins, l'évaluation de l'impact de l'éco-innovation nécessite des connaissances étendues et une très bonne compréhension de l'innovation et de ses relations contextuelles.

À titre d'exemple, des ajustements assez simples n'ayant pas pour but d'améliorer la performance environnementale peuvent comporter pour l'environnement des avantages significatifs susceptibles de résulter d'une interaction inattendue avec d'autres facteurs et de se produire *via* des mutations systémiques indirectes. On peut illustrer ce processus par

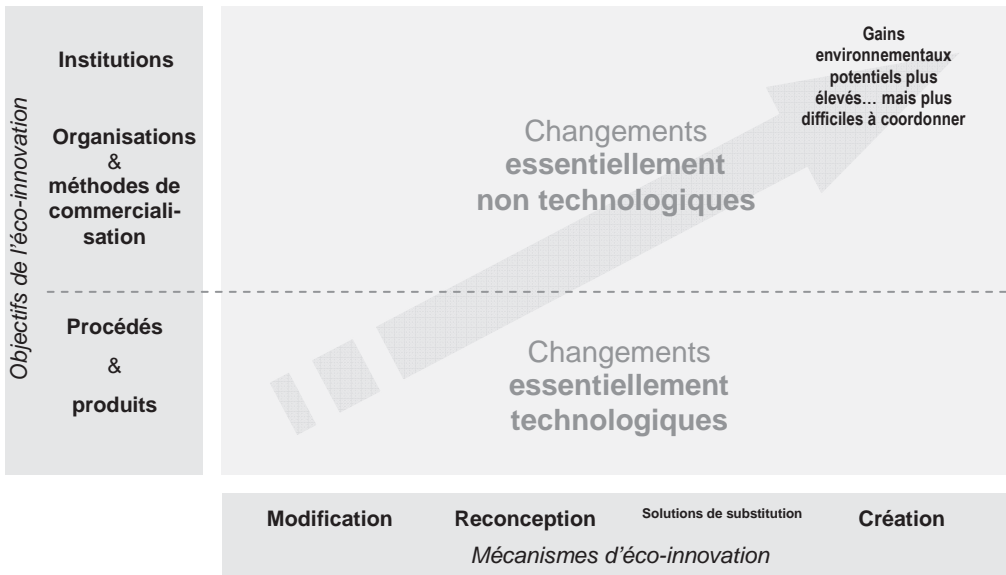
l'exemple de l'installation de prises électriques et de connexions Internet sans fil à bord des trains. Si ces modifications nécessitent des ressources et une énergie supplémentaires qui induisent une diminution directe de la performance environnementale, leur impact environnemental global peut plus que compenser cet effet négatif si ces nouveaux dispositifs, par l'intermédiaire de techniques « vertes » de commercialisation, parviennent à attirer des voyageurs d'affaires qui, sinon, prendraient l'avion ou leur voiture.

Les évaluations doivent donc prendre en compte le cycle de vie de l'éco-innovation considérée à plusieurs niveaux (Reid et Miedzinski, 2008), sans omettre les conséquences comportementales et systémiques de leur mise en œuvre ou de leur utilisation. Ces différents niveaux d'analyse peuvent être classés selon les caractéristiques de l'innovation dans l'une des trois catégories suivantes : la micro-analyse, qui s'intéresse aux entreprises ou aux individus ; la méso-analyse, qui concerne les chaînes d'approvisionnement, les structures sectorielles, les points de vue régionaux, etc. ; et la macro-analyse, qui s'intéresse aux pays, aux blocs économiques et à l'économie mondiale. On notera à cet égard le problème que pose l'absence de méthodologies reconnues, imputable en partie au fait que l'éco-innovation demeure un domaine relativement méconnu de la politique de l'innovation et des cadres généraux de l'action publique (MERIT *et al.*, 2008).

Synthèse

Pour résumer, l'éco-innovation peut être classée selon son objectif (produits, procédés, méthodes de commercialisation, structures organisationnelles et institutions) ; son mécanisme (modification, reconception, solutions de substitution et création) ; et son impact environnemental. L'objectif de l'éco-innovation correspond en général au caractère technique ou non de cette dernière : l'éco-innovation appliquée aux produits et procédés repose le plus souvent fortement sur le développement technique ; celle concernant les méthodes de commercialisation, les organisations et les institutions concerne davantage des évolutions non technologiques. Les impacts environnementaux potentiels découlent de l'objectif et du mécanisme de l'éco-innovation, et de leurs interactions avec son contexte sociotechnique. Pour un objectif donné, l'ampleur de l'impact environnemental suit toutefois en général le mécanisme de l'éco-innovation, sachant que les changements génèrent des gains environnementaux potentiels le plus souvent moins importants que ceux des créations. La figure 1.7 propose une illustration de l'éco-innovation et de sa typologie.

Figure 1.7. Typologie de l'éco-innovation



Jusqu'ici, à l'instar de l'innovation classique, l'axe principal de l'éco-innovation a été l'élaboration et la mise en œuvre de différentes technologies, mais des indications récentes semblent montrer que les évolutions non technologiques gagnent en importance (Reid et Miedzinski, 2008). Il convient également de noter que les solutions éco-innovantes dépassent la sphère des produits, procédés, méthodes de commercialisation et structures organisationnelles, pour commencer à exploiter les domaines intéressant les normes sociales, les valeurs culturelles et les structures institutionnelles formelles. Cela est particulièrement vrai dans la mesure où le plus fort potentiel d'améliorations systémiques de l'environnement va en général de pair non pas avec des progrès technologiques graduels, mais avec la mise en place de structures sociétales et d'interactions nouvelles qui supposent des changements de valeurs et de comportement.

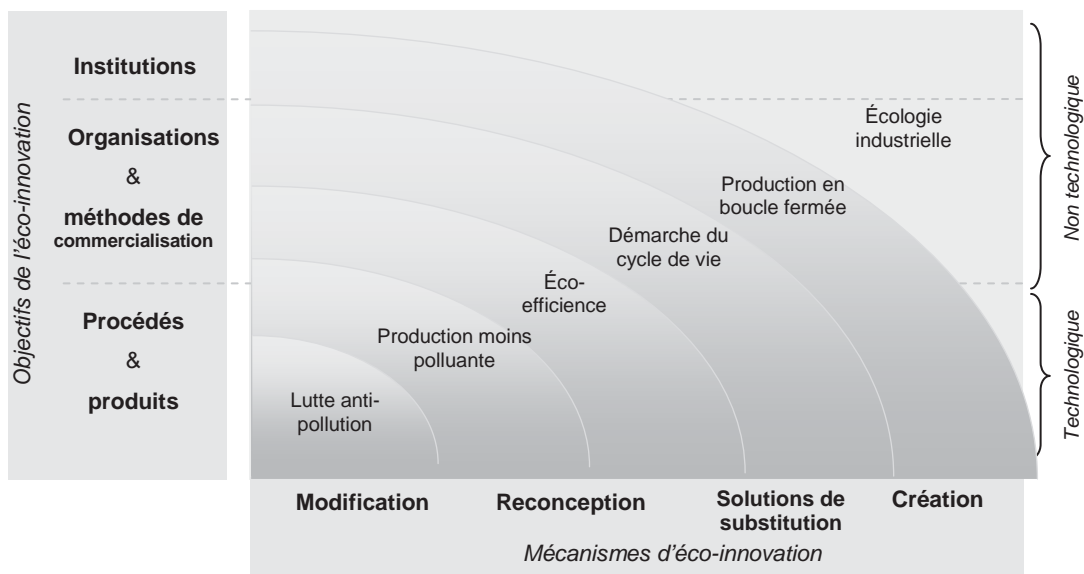
L'éco-innovation, moteur de la production durable

Les chevauchements conceptuels entre éco-innovation et production durable sont à l'évidence nombreux. À titre d'exemple, la lutte antipollution peut être liée à la modification de produits et de procédés ; les initiatives en faveur d'une production moins polluante sont souvent associées à la mise en œuvre de changements plus intégrés tels que la reconception de produits et de méthodes de production. L'éco-efficience et la démarche du cycle de vie correspondent à une éco-conception des produits et des procédés, de même

que l'adoption des SME et la GSCM. La production en boucle fermée peut faire référence à d'autres modèles économiques tels que les PSS, tandis que l'écologie industrielle peut en général être rapprochée de la création de structures de production entièrement nouvelles.

Sur la base de la figure 1.7 expliquant l'éco-innovation, on trouvera à la figure 1.8 une tentative d'illustration simple des relations conceptuelles générales et des chevauchements qui existent entre les concepts de production durable et d'éco-innovation. Les jalons de l'évolution de la production durable sont illustrés sous l'angle de leur relation primaire avec l'éco-innovation, c'est-à-dire avec les objectifs de l'innovation sur la gauche et les mécanismes au bas du graphique. La nature générale sous-jacente de l'éco-innovation (technologique ou non) apparaît sur la droite. Les arcs concentriques fuyant vers le coin supérieur droit de l'illustration indiquent les interdépendances successives des différents concepts de production durable.

Figure 1.8. Relations conceptuelles entre production durable et éco-innovation



À moyen-long terme, les principales améliorations potentielles de l'environnement que l'on peut attendre des éco-innovations manufacturières sont celles liées aux initiatives de production durable les plus avancées telles que la création d'écoparcs industriels. Néanmoins, ces réalisations ne peuvent voir le jour que par une combinaison élargie d'objectifs et de mécanismes d'innovation ; c'est la raison pour laquelle ces initiatives occupent la plus

grande partie du schéma. À titre d'exemple, en l'absence de technologie ou de procédure d'échange des ressources, l'implantation d'usines de fabrication ayant des relations symbiotiques à proximité l'une de l'autre est insuffisante. En fait, la modification des procédés, la conception des produits, les modèles économiques de substitution et la création de nouvelles méthodes, procédures et dispositions doivent aller de pair et évoluer de concert pour que ces initiatives puissent engendrer des gains économiques et environnementaux. Ce qui signifie aussi que les progrès des initiatives de production durable s'accompagnent d'une complexification du processus d'éco-innovation et de difficultés accrues de coordination.

Ces processus d'éco-innovation conjoints qui sont nécessaires pour mettre en place des systèmes de production durable plus avancés sont souvent qualifiés d'« innovations systémiques » se caractérisant par des mutations de fond et de grande ampleur quant à la manière d'assurer les fonctions et de satisfaire les besoins de la société, à l'instar d'un changement d'approvisionnement énergétique (Geels, 2005).

Les éco-innovations systémiques manufacturières sont plus nombreuses à dépendre des interactions des mutations touchant différents domaines : évolutions technologiques, modifications des structures institutionnelles formelles, transformations des normes et valeurs sociales. De fait, même si l'origine des innovations systémiques peut être technique, la seule technologie est incapable de susciter des bouleversements : elle doit être exploitée en association avec des entreprises, des organisations et des structures sociales composées d'hommes. On comprend dès lors la difficulté d'obtenir des améliorations de l'environnement de grande ampleur, mais aussi la nécessité faite aux industries manufacturières d'opter pour une démarche visant à intégrer les différents éléments du processus d'éco-innovation, de manière à ce que les interactions des mutations amplifient les gains environnementaux (on trouvera à l'encadré 1.7 des exemples détaillés de ce phénomène).

Du point de vue de l'éco-innovation, les industries manufacturières se sont en général plus intéressées à la modification et à la reconception de produits, procédures et structures d'organisation existants qu'à la création de solutions novatrices et de substitution. C'est pourquoi l'axe actuel et la mise en œuvre des efforts d'éco-innovation dans ce secteur se sont révélés relativement étroits et limités aux progrès techniques. Pour autant, la performance environnementale s'améliore, mais le champ et les ambitions des solutions éco-innovantes peuvent s'en trouver affectés, de même que les modalités de leur élaboration et de leur application à la fabrication. Ceci peut aussi expliquer pourquoi la force potentielle de transformation de l'éco-innovation est demeurée largement périphérique dans la plupart des initiatives prises par les entreprises en matière de durabilité (Charter et Clark, 2007).

Encadré 1.7. Exemples de solutions éco-innovantes

Le groupe BMW, qui met au point des technologies de moteurs à hydrogène depuis plus de 25 ans, a récemment dévoilé un nouveau moteur à combustion interne « mono-combustible ». Ce moteur fait son apparition dans la nouvelle berline 7 mono-combustible à hydrogène, qui a été présentée pour la première fois au *SAE World Congress* de Détroit de 2008. Les premiers tests des gaz d'échappement du moteur à émissions presque nulles de la voiture montrent que l'air y est plus propre en composants de type GONM (gaz organiques non méthaniques) et CO (monoxyde de carbone) que l'air entrant dans le moteur, car celui-ci absorbe et brûle les polluants atmosphériques ambiants.

Créé en 1995 afin de faire progresser la « nouvelle révolution industrielle » et la concrétisation de la réflexion « du berceau au berceau », McDonough Braungart Design Chemistry (MBDC) a mis au point pour Unilever un emballage de crème glacée issu d'une réflexion éco-innovante. Cet emballage se compose de polymères qui prennent la forme d'un film à l'état gelé, mais se dégradent en liquide au bout de quelques heures d'exposition à la température ambiante. Ce conditionnement polymérique comprend également des graines de plantes rares. Les déchets viennent ainsi, en fait, au secours de la biodiversité. On assiste bien là à une évolution conceptuelle radicale par laquelle ils créent littéralement une nouvelle vie potentielle.

Source : Wired (2008), « BMW Hydrogen 7 Mono-Fuel eats smog for breakfast », Wired Magazine, 16 avril ; ONUDI (2002), « The New Industrial Revolution » : document présenté par Michel Braungart à l'ONUDI, Venice II, UNIDO Scope Weekly News, 20-26 octobre.

Pour conclure, l'éco-innovation joue un rôle essentiel dans la progression des industries manufacturières vers une production durable. Chaque changement dans les initiatives environnementales – de la classique lutte antipollution aux projets de production moins polluants et aux écoparcs industriels – peut être considéré comme une évolution facilitée par l'éco-innovation. Le concept d'éco-innovation peut aider les entreprises et les pouvoirs publics à envisager et matérialiser ces évolutions par différents biais : progrès techniques, renouvellement des outils de management, acceptation par la société de procédures et de produits nouveaux, mutations des cadres institutionnels facilitant un changement graduel.

Conclusions

Ces dernières années, le concept de développement durable a suscité l'attention et s'est retrouvé au premier rang de l'actualité politique internationale, en raison notamment des préoccupations concernant le changement climatique. L'accroissement de la couverture médiatique des questions environnementales et une sensibilisation plus forte du grand public ont encore renforcé la pression exercée sur les industries manufacturières afin

qu'elles assument leurs responsabilités environnementales en choisissant des réponses aux problèmes environnementaux plus évoluées et mieux intégrées.

Ainsi se sont multipliés les modes d'application du développement durable à la production en général, ainsi que les outils et démarches de management concernant les pratiques de durabilité des entreprises. Il en a résulté dans le domaine de la fabrication industrielle durable un mouvement favorable à l'application de solutions techniques permettant de remplacer des matières toxiques par des matières non toxiques, et de réduire la consommation de matières et la production de déchets. Avec l'accroissement des pressions que subissent les entreprises en faveur d'une responsabilisation environnementale dépassant leur propre cadre, de nombreux sites de production ont choisi la démarche du cycle de vie pour leur exploitation et s'impliquent de plus en plus dans une gestion verte de leur chaîne d'approvisionnement. Ces dernières années, le concept de processus manufacturier circulaire a pris de l'ampleur et de nouveaux modèles économiques tels que les PSS, qui facilitent le passage à des systèmes de production en boucle fermée, ont vu le jour. De nombreuses initiatives de fabrication durable restent toutefois essentiellement axées sur le développement et la mise en œuvre de technologies environnementales. Même s'ils ont amélioré la performance environnementale globale, les gains environnementaux ont été pour l'essentiel graduels et, dans de nombreux cas, n'ont pas fait le poids face aux volumes croissants de production et de consommation (OCDE, 2001).

Afin de faire face aux enjeux environnementaux croissants, l'innovation, en tant que moyen d'élaboration de solutions durables, également connues sous le nom d'éco-innovation, a bénéficié d'une forte attention. Ce concept progresse aussi bien dans les entreprises que dans la sphère publique, où il est vu comme une façon de faciliter les améliorations plus radicales et systémiques qui sont de plus en plus nécessaires pour la performance environnementale des entreprises. Il en a résulté une vision de l'éco-innovation dans laquelle les solutions n'englobent pas que des évolutions technologiques, mais aussi des mutations non technologiques affectant le comportement des consommateurs, les normes sociales, les valeurs culturelles et les cadres institutionnels formels. Il reste toutefois impossible pour une entreprise isolée de changer dans l'ensemble de ces domaines (Jorna *et al.*, 2006 ; Reid et Miedzinski, 2008).

Les concepts de production durable et d'éco-innovation sont très proches, sans être identiques. Par exemple, les initiatives plus anciennes et classiques prises en matière de production durable prennent en général la forme d'ajustements des produits et procédés, des méthodes de commercialisation et des structures organisationnelles. D'un autre côté, les pratiques durables d'entreprise plus récentes et plus avancées sont liées à la création de nouveaux

produits et procédés, de modèles économiques de substitution, et de systèmes circulaires de production dans lesquels les biens mis au rebut peuvent être réutilisés sous forme de nouveaux intrants et où des processus industriels apparemment sans rapport peuvent être associés et dégager des gains environnementaux importants.

On peut donc voir l'éco-innovation comme un moteur de la progression des industries manufacturières vers une production durable. La mise en œuvre du concept d'éco-innovation peut constituer un moyen prometteur d'orienter la production industrielle vers une authentique durabilité. Elle nécessite toutefois une intégration et une application plus globales de ce concept par les industries manufacturières. Celles-ci devraient pour cela réexaminer de manière volontariste toutes les phases du système productif, avec l'objectif de détecter les domaines d'application de solutions éco-innovantes potentielles, y compris la mise au point de nouveaux dispositifs institutionnels tels que des réseaux et des partenariats cognitifs, susceptibles de fonctionner sous la forme de processus conjoints de création.

Notes

1. Pour les besoins de sa *Sustainable Manufacturing Initiative*, le ministère du Commerce (DoC) des États-Unis a récemment défini ce qu'était pour lui la production durable. Il s'agit pour lui de créer « des produits manufacturés qui utilisent des procédés dont l'impact sur l'environnement est le plus faible possible, qui préservent les ressources énergétiques et naturelles, sont sûrs pour le personnel, le milieu local et le consommateur, et sont viables économiquement ». Voir à ce sujet le site Internet du DoC consacré la *Sustainable Manufacturing Initiative* et au *Public-Private Dialogue* : www.trade.gov/competitiveness/sustainablemanufacturing/how_doc_defines_SM.asp.
2. En 1992, la CNUED a conclu : « La principale cause de la poursuite de la détérioration de l'environnement mondial est l'existence de schémas non viables de consommation et de production, en particulier dans les pays industrialisés, qui ne laisse pas de préoccuper et aggrave la pauvreté et les déséquilibres ». Cette déclaration se voulait une sorte de défi, adressé notamment aux pays occidentaux, en faveur d'un changement des schémas actuels de consommation et de production adossé à un plan mondial d'action connu sous le nom d'Action 21.
3. Afin de traiter les difficultés que comporte la mesure des performances environnementales, l'ISO a publié en 1999 la norme ISO 14031, qui contient des conseils sur l'élaboration et l'utilisation de l'évaluation des performances environnementales en phase avec la norme ISO 14001 sur les SME.
4. L'ETAP cherche de manière active à consolider un marché pancommunautaire des technologies environnementales. Il s'attache en particulier à élaborer un système de vérification des écotechnologies (ETV) susceptible de contribuer à accélérer l'acceptation par le marché de technologies innovantes essentielles en fournissant des informations précises et contrôlées sur leurs performances. La Commission européenne travaille en étroite collaboration avec les États-Unis et le Canada, où des systèmes ETV ont déjà été créés.
5. Au Japon, le concept d'éco-innovation vise à mieux satisfaire les besoins de l'homme, à lui apporter une meilleure qualité de vie et à protéger l'environnement. Dans cet ouvrage, nous ne décrivons le concept de l'éco-innovation qu'en termes environnementaux. Toutefois, l'inclusion d'aspects sociaux peut s'envisager par simple extension des domaines de mise en œuvre et des impacts de l'éco-innovation.
6. À titre d'exemple, le projet MEI (*Measuring Eco-innovation*) financé par l'UE propose de définir l'éco-innovation comme « la production, l'assimilation ou l'exploitation d'un produit, d'un procédé de fabrication, d'un service ou d'un mode de management ou d'entreprise qui est nouveau pour l'organisation (qui l'élabore ou l'adopte) et qui entraîne, tout au long de son cycle de vie, une diminution du risque environnemental, des pollutions et d'autres impacts négatifs sur l'environnement liés à l'emploi de ressources (y compris énergétiques) plutôt qu'à d'autres alternatives » (MERIT *et al.*, 2008).

Bibliographie

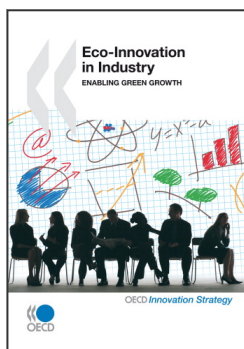
- Agence internationale de l'énergie (AIE) (2007), *Tracking Industrial Energy Efficiency and CO₂ Emissions*, OCDE/AIE, Paris.
- Aoki, M. (2007), « Endogenizing institutions and institutional change », *Journal of Institutional Economics*, vol. 3, n° 1, p. 1-31.
- Ashford, N. A. (1994), *Government Strategies and Policies for Cleaner Production*, PNUE, Nairobi.
- Banque mondiale (2007), *Global Economic Prospects 2007: Managing the next wave of globalization*, Banque mondiale, Washington, DC.
- Behrendt, S. *et al.* (2003), *Eco-Service Development: Reinventing Supply and Demand in the European Union*, Greenleaf Publishing, Sheffield.
- Benyus, J. M. (1997), *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*, William Morrow & Co., New York.
- Braungart, M. (2002), « The New Industrial Revolution », document présenté à l'ONUDI, Venice II – Updating and Fleshing Out the Development Agenda, Venise.
- Brown, D. *et al.* (2000), *Building a Better Future: Innovation, Technology and Sustainable Development*, WBCSD, Genève.
- Charter, M. et T. Clark (2007), *Sustainable Innovation: Key Conclusions from sustainable Innovation Conferences 2003-2006 Organised by The Centre for Sustainable Design*, Centre for Sustainable Design, Farnham.
- Commission européenne (CE) (2005), *Comment consommer mieux avec moins* – Livre vert sur l'efficacité énergétique, Office des publications officielles des Communautés européennes, Luxembourg.
- Commission mondiale sur l'environnement et le développement (CMED) (1987), *Notre avenir à tous*, Oxford University Press, Oxford.

- Environment Protection Agency des États-Unis (EPA) (2002), *Innovating for Better Environmental Results: A Strategy to Guide the Next Generation of Innovation at EPA*, EPA, Washington, DC.
- Frondel, M., J. Horbach et K. Rennings (2007), « End-of-Pipe or Cleaner Production?: An empirical comparison of environmental innovation decisions across OECD countries », in Johnstone, N. (dir. pub.), *Environmental Policy and Corporate Behaviour*, Edward Elgar, Cheltenham.
- Frosch, R. et Y. Gallopoulos (1989), « Strategies for manufacturing », *Scientific American*, vol. 261, p. 144-152.
- Garner, A. et G. A. Keoleian (1995), *Industrial Ecology: An Introduction*, National Pollution Prevention Center for Higher Education, University of Michigan, Ann Arbor, MI.
- Geels, F. W. (2005), *Technological Transitions and System Innovations: A Co-evolutionary and Socio-technical Analysis*, Edward Elgar, Cheltenham.
- Gibbs, D. (2008), « Industrial symbiosis and eco-industrial development: an introduction », *Geography Compass*, vol. 2, n° 4, p. 1138-1154.
- Global Reporting Initiative (GRI) et KPMG (2008), *Reporting the Business Implications of Climate Change in Sustainability Reports*, GRI et KPMG, Amsterdam.
- Gray, C. et M. Charter (2006), *Remanufacturing and Product Design*, Centre for Sustainable Design, Farnham.
- Grubb, M. (2004), « Technology innovation and climate change policy: an overview of issues and options », *Keio Economic Studies*, vol. 41, n° 2, p. 103-132.
- Jelinski, L.W. *et al.* (1992), « Industrial ecology: concepts and approaches », *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 89, n° 3, p. 793-797.
- Johnstone, N. *et al.* (2007), « 'Many a Slip 'Twixt the Cup and the Lip': Direct and indirect public policy incentives to improve corporate environmental performance », in Johnstone, N. (dir. pub.), *Environmental Policy and Corporate Behaviour*, Edward Elgar, Cheltenham.
- Jorna, R. J. *et al.* (2006), *Sustainable Innovation: The Organisational, Human and Knowledge Dimension*, Greenleaf Publishing, Cheltenham.

- Kuehr, R. (2007), « Towards a sustainable society: United Nations University's Zero Emissions approach », *Journal of Cleaner Production*, vol. 15, n° 13-14, p. 1198-1204.
- Kurzinger, E. (2004), « Capacity building for profitable environmental management », *Journal of Cleaner Production*, vol. 12, n° 3, p. 237-248.
- Maxwell, D., W. Sheate et R. van der Volst (2006), « Functional and systems aspects of the sustainable product and service development approach for industry », *Journal of Cleaner Production*, vol. 14, n° 17, p. 1466-1479.
- McDonough, W. et M. Braungart (2002), *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things* (1^{ère} éd.), North Point Press, New York.
- Ministère de l'Économie, du Commerce et de l'Industrie, Japon (METI) (2007), *The Key to Innovation Creation and the Promotion of Eco-Innovation*, rapport du Comité de la politique industrielle, scientifique et technologique du Conseil des structures industrielles, METI, Tokyo.
- Mont, O. (2002), « Clarifying the concept of product-service system », *Journal of Cleaner Production*, vol. 10, n° 3, p. 237-245.
- Nasr, N. et M. Thurston (2006), *Remanufacturing: A Key Enabler to Sustainable Product Systems*, Rochester Institute of Technology, Rochester, NY.
- OCDE (2001), *Perspectives de l'environnement (2001)*, OCDE, Paris.
- OCDE (2007), *Science, technologie et industrie : tableau de bord de l'OCDE 2007 – Innovation et performance dans l'économie globale*, OCDE, Paris.
- OCDE (2008), *Environmental Innovation and Global Markets*, rapport au Groupe de travail sur les questions d'environnement mondiales et structurelles, Comité des politiques d'environnement, OCDE, Paris, [www.oilis.oecd.org/oilis/2007doc.nsf/linkto/env-epoc-gsp\(2007\)2-final](http://www.oilis.oecd.org/oilis/2007doc.nsf/linkto/env-epoc-gsp(2007)2-final).
- OCDE et Office statistique des Communautés européennes (Eurostat) (2005), *Manuel d'Oslo – Principes directeurs pour le recueil et l'interprétation des données sur l'innovation* (3^e édition), OCDE et Eurostat, Paris.
- ONUDI (2002), « The New Industrial Revolution » : document présenté par Michel Braungart à l'ONUDI, Venice II, *UNIDO Scope Weekly News*, 20-26 octobre, p. 2-3, ONUDI, Vienne.

- Organisation internationale de normalisation (ISO) (2004), *ISO 14001:2004 Systèmes de management environnemental – Exigences et lignes directrices pour son utilisation*, ISO, Genève.
- Organisation météorologique mondiale (OMM) et Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) (1998), *Scientific Assessment of Ozone Depletion: 1998*, WMO Ozone Report n° 44, OMM, Genève.
- OMM et PNUE (2006), *Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2006*, OMM, Genève.
- Perotto, E. *et al.* (2008), « Environmental Performance, Indicators and Measurement Uncertainty in EMS Context: A Case Study », *Journal of Cleaner Production*, vol. 16, n° 4, p. 517-530.
- Porter, M. E. et M. R. Kramer (2006), « Strategy and society: the link between competitive advantage and corporate social responsibility », *Harvard Business Review*, Reprint n° R0612D.
- Porter, M. E. et C. van der Linde (1995), « Green and competitive: ending the stalemate », *Harvard Business Review*, Reprint n° 95507.
- Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) et Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONUDI) (2004), *Guidance Manual: How to establish and operate Cleaner Production Centres*, ONUDI, Vienne.
- Reid, A. et M. Miedzinski (2008), *Eco-innovation: Final Report for Sectoral Innovation Watch*, Technopolis Group, Brighton.
- Rennings, K. (2000), « Redefining innovation: eco-innovation research and the contribution from ecological economics », *Journal of Ecological Economics*, vol. 32, p. 319-332.
- Roy, R. (2000), « Sustainable product-service systems », *Futures*, vol. 32, n° 3-4, p. 289-299.
- Saunders, M. (1997), *Strategic Purchasing and Supply Chain Management* (2^e éd.), Financial Times Prentice Hall, Londres.
- Schmidheiny, S. (1992), *Changing Course: A Global Business Perspective on Development and the Environment*, MIT Press, Cambridge, MA.
- Seuring, S. et M. Muller (2007), « Core issues in sustainable supply chain management: a Delphi study », *Business Strategy and the Environment*, mis en ligne le 10 décembre.
- Tukker, A. *et al.* (2006), *New Business for Old Europe*, Greenleaf Publishing, Cheltenham.

- UM-MERIT (Maastricht Economic and Social Research and Training Centre on Innovation and Technology, Université de Maastricht) *et al.* (2008), *MEI Project about Measuring Eco-Innovation: Final report*, dans le cadre du 6^e Programme-cadre de l'UE, UM-MERIT, Maastricht.
- Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) (1980), *Stratégie mondiale de la conservation – La conservation des ressources vivantes au service du développement durable*, UICN, Genève.
- Van de Ven, A. H. et T. J. Hargrave (2002), « Social, Technical and Institutional Change », in Poole, M. S. et van der Ven, A. H. (dir. pub.), *Handbook of Organizational Change and Innovation*, Oxford University Press, Oxford.
- Veleva, V. et M. Ellenbecker (2001), « Indicators of sustainable production: framework and methodology », *Journal of Cleaner Production*, vol. 9, n° 6, p. 519–549.
- Weizsacker, E. von, A. B. Lovins et L. H. Lovins (1998), *Factor Four: Doubling Wealth, Halving Resource Use*, New Report to the Club of Rome, Earthscan, Londres.
- Wired (2008), « BMW Hydrogen 7 Mono-Fuel eats smog for breakfast », *Wired Magazine*, 16 avril.
- World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) (1996), *Eco-efficient Leadership for Improved Economic and Environmental Performance*, WBCSD, Genève.



Extrait de :
Eco-Innovation in Industry
Enabling Green Growth

Accéder à cette publication :
<https://doi.org/10.1787/9789264077225-en>

Merci de citer ce chapitre comme suit :

OCDE (2010), « Cerner l'éco-innovation : concept et évolution de la production durable », dans *Eco-Innovation in Industry : Enabling Green Growth*, Éditions OCDE, Paris.

DOI: <https://doi.org/10.1787/9789264079557-5-fr>

Cet ouvrage est publié sous la responsabilité du Secrétaire général de l'OCDE. Les opinions et les arguments exprimés ici ne reflètent pas nécessairement les vues officielles des pays membres de l'OCDE.

Ce document et toute carte qu'il peut comprendre sont sans préjudice du statut de tout territoire, de la souveraineté s'exerçant sur ce dernier, du tracé des frontières et limites internationales, et du nom de tout territoire, ville ou région.

Vous êtes autorisés à copier, télécharger ou imprimer du contenu OCDE pour votre utilisation personnelle. Vous pouvez inclure des extraits des publications, des bases de données et produits multimédia de l'OCDE dans vos documents, présentations, blogs, sites Internet et matériel d'enseignement, sous réserve de faire mention de la source OCDE et du copyright. Les demandes pour usage public ou commercial ou de traduction devront être adressées à rights@oecd.org. Les demandes d'autorisation de photocopier une partie de ce contenu à des fins publiques ou commerciales peuvent être obtenues auprès du Copyright Clearance Center (CCC) info@copyright.com ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC) contact@cfcopies.com.